

氏 名	田中 宏和
学 位 の 種 類	博士 (理学)
学 位 記 番 号	第 6121 号
授 与 報 告 番 号	甲第 3441 号
学位授与年月日	平成 27 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当者
学 位 論 文 名	Social structure, dispersal and helping behaviour in the cooperatively breeding cichlid <i>Neolamprologus obscurus</i> (協同繁殖魚 <i>Neolamprologus obscurus</i> における社会構造、分散及び手伝い行動)
論文審査委員	主査 教 授 幸田 正典 副査 教 授 伊東 明 副査 教 授 志賀 向子 副査 准教授 高木 昌興 副査 教 授 中嶋 康裕 (日本大学)

論 文 内 容 の 要 旨

協同繁殖とは、性成熟したヘルパー個体が他の繁殖個体の子育てを手伝う繁殖様式である。なぜヘルパーは自らの繁殖機会を犠牲にして他個体を手伝うのか、これまで鳥類や哺乳類で数多くの研究がなされてきた。一方、魚類では一種で詳しく調べられてきたが、その他の種での協同繁殖の実態やその進化は不明である。本学位論文では、タンガニイカ湖に生息するカワスズメ科魚類 *Neolamprologus obscurus* の社会構造、分散及びヘルパーの手伝い行動について、血縁度解析や野外での観察と操作実験により研究した。

まず本種の社会構造とグループ構成、行動、血縁度について調べ、本種が協同繁殖をしていること、ヘルパーの多くが出生縄張りからの分散遅延個体であること、また性的に成熟した雄は出生縄張りに留まり、雌は雄より早く分散することなどを明らかにした (第 1 章)。さらに捕食圧の異なる 2 カ所の生息場所で、ヘルパーの体サイズと親との血縁度から、グループ構成とヘルパーの分散について推定した。その結果、捕食者の密度と捕食のリスクがヘルパーの分散を主に制限しており、高い捕食圧が分散遅延とグループサイズ増加の生態的主要因である可能性を示唆した (第 2 章)。このような血縁関係のある子の分散遅延は、繁殖個体にとって間接適応度による利益があると考えられる (血縁淘汰説)。一方ヘルパーを留まらせておくことは、ヘルパーによる繁殖寄生や縄張り内の資源分割の面で、繁殖個体への損失も予想される。そのためヘルパーは縄張り滞在を許容されるよう、ヘルパーがその対価として手伝い行動をしている可能性がある (pay to stay 仮説)。両仮説が働く場合、ヘルパーは繁殖個体との血縁度に関係なく、手助け行動をする事が予測され、観察結果はこの予測を支持した。さらに血縁淘汰説と pay to stay 仮説について野外でヘルパーの手伝いを一定時間阻害する操作実験を実施したところ、ヘルパーは血縁度によらず繁殖個体にその対価を支払ったが、その支払い方は血縁度に応じて大きく異なることがわかった。この結果は、ヘルパーは血縁度に応じて異なる動機付けで手伝い行動をしている可能性や、2 つの過程が共に本種における手伝い行動を維持していること示唆する。

本研究は、本種が新たな協同繁殖魚であること、雌が雄より早く分散すること、協同繁殖が魚類で複数回進化したこと、pay to stay と血縁淘汰が共に働くことを初めて示した。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

ヘルパーが子育てに関与する協同繁殖は、脊椎動物の複雑な社会進化を考える上で注目されている。しかし、多くの研究は哺乳類や鳥類を対象にしており、魚類での協同繁殖の研究はタンガニイカ湖産カワスズメ科魚類数種に限られている。本研究は同湖の魚類 *N. obscurus* が協同繁殖種であることを、個体識別を伴う野外調査、野外実験、多数個体の血縁関係の分析などから初めて明らかにした。主な成果として以下の 7 つを得ている。

本種の婚姻形態は縄張り雄が複数雌を囲うハレム型複婚で、1) 分散遅延し雌の繁殖巣に留まる両性の血縁個体 (子供) がヘルパーとして子育てに参加する。2) 巣の維持や仔魚の防衛などのヘルパーの手伝い行動が親の保護行動を軽減している。3) 縄張り内に滞在する特異な大型独身雄はハレム雄の血縁個体 (息子) が移出せず縄張り内に留まった個体である。これと同サイズの繁殖雌は移入個体であり、4) ハレムからの分散は雄よりも雌の方が早い。また捕食圧の異なる地点間の比較から、5) 出生個体の分散遅延をもたらす生態要因は、巣等の生態資源の不足よりも高い捕食圧である。野外実験により、6) 分散遅延し滞在するヘルパーは血縁淘汰の他に pay to stay に基づく利他行動やそれに相当する宥和行動をとること。さらに 7) 本種は他の協同繁殖魚とは系統関係が異なり、本種を含め同湖で少なくとも 4 回、協同繁殖が独立に進化したことを示した。これらは本種あるいは魚類での協同繁殖を特徴付ける発見と言え、いずれも高く評価

できる。これらの成果は、魚類はもとより脊椎動物の協同繁殖の進化を考える上で貴重な資料である。そして、本種の協同繁殖の諸特徴と他の協同繁殖魚種やほ乳類や鳥類と比較し考察している点は評価できる。

以上のように、魚類での協同繁殖の実態を解明した本研究は、脊椎動物の社会進化や協同繁殖の研究をはじめ、進化生物学の発展に大きく貢献するものである。したがって、博士（理学）の学位を授与するに値するものと審査した。